

## 基于 DEA 的高校学费标准评价模型

### 摘要

本文通过网络直接采集和间接转化的方法得到 2006 年部分高校在校人数、国家生均拨款、学费标准以及毕业生工资等数据，针对高校学费标准的合理性，考虑其他费用对培养质量的影响，建立了如下两个评价模型。

模型一：分别站在学生和国家的立场上对高校培养质量进行评价，设计并引入了学生满意度和国家满意度，通过线性加权的方法，建立了高校学费标准评价模型。再对高校分别按地域和学校类别进行分类，当学生满意度和国家满意度的权重为 0.4, 0.6 时，得到如下结果：

按区域划分			按类别划分		
	综合满意度	评价		综合满意度	评价
北京交通大学	0.31	欠佳	华中科技大学	1.58	合理
东北大学	0.2	欠佳	中国医科大学	0.24	欠佳
中国石油大学	0.47	合理	浙江大学	1.36	合理
西南大学	0.51	合理	中国农业大学	0.37	一般
武汉理工大学	0.38	一般	北京师范大学	0.5	合理
兰州大学	0.4	一般	中南财大	0.2	欠佳

模型二：利用运筹学的相关知识，采用数据包络分析方法(DEA)，建立了对高校学费标准评价的  $C^2R$  模型，然后分别按地域和类别对高校分类，直接利用 Lingo 软件进行求解，得到如下结论：

按照地域分类的高校中，北京交通大学，西南大学，兰州大学的 DEA 效用结果是有效的，它们的学费标准是比较合理的；按类别分类的高校中，只有中国农业大学，中南财经政法大学的 DEA 效用结果是无效的，这两所学校的学费标准相对来说不是很合理。

对模型一、二进行对比检验，发现两类模型求出的结果基本一致，从而互证了两类模型的正确性。

最后通过敏感性分析，得出高校综合满意度与国家生均拨款，高校学费标准之间的曲线关系，并对相关部门提出了通过学费调整，生源增减来适应国家生均拨款的变化，维持高校综合满意度的稳定。

**关键词**      满意度      数据包络分析       $C^2R$  模型

## 1. 问题重述

高等教育为国家能长远和平稳的发展提供了强有力的支柱，高等教育发展的好坏关系到高素质人才培养、国家创新能力增强、和谐社会建设的大局，受到党和政府及社会各方面的高度重视和广泛关注。

而培养质量是评价高等教育的一个核心指标，不同的学科、专业在设定不同的培养目标后，其质量需要有相应的经费保障。高校的教育经费不再由国家财政全部承担，而是由政府财政拨款、学校自筹、社会捐赠和学费收入等几部分组成。对家庭困难的学生，国家制定了各种政策方针（如助学贷款和学费的减、免、补）来帮助他们接受高等教育，此外品学兼优者还能享受政府、学校、企业等给予的奖学金。但学费问题又是一个敏感的问题，从我国的基本国情来说，国家不可能承担所有的教育费用，对家庭而言，过高的学费将使很大一部分家庭无力承担。

从我国的实际情况和教育费用的上述特点出发，参考相关数据，建立我国教育费用的数学模型，并由此对我国几类学校的学费标准进行定量分析，得出明确、有说服力的结论，并通过上面的建模分析的结果，给有关部门写一份报告，提出具体建议。

## 2. 问题分析

一个学校培养质量的好坏可以针对不同的主体，从不同的方面进行评价，而不同的评价主体又有各自不同的评价标准。对于高等教育学校而言，与其相关的两个重要的主体就是它所从属的国家政府和它所服务的学生群体，我们要对一个高校的培养质量进行评价就不能少了这两个关键主体对它的评价。不管是对学生，还是对国家而言，一个学校所能给它带来的收益是影响它对学校产生评价好坏的一个至关重要的因子。

对学生而言，学校能带给他的收益是他今后能为自己创造的财富，也就是他能在社会中所能获取的工资。从一定意义上讲，他所获取的工资越高，学校所带给他的收益就越大。但对国家而言，这种收益并不仅仅表现在工资上，而是较多的反映在学校能为社会提供多少有用人才，以及所培养出的学生对整个社会的社会效益的影响等。

我们只有分别从这两个方面去综合评价一个学校培养质量的好坏才能更加准确和全面。对此，我们可以分别引入学生满意度和国家满意度来分别对这两个方面进行量化评价，再综合上面两个指标得到了对某一学校培养质量的综合评价，最后通过对不同类别的高校之间进行对比，得到某一类高校在整个高校体系中的总体情况。

## 3. 模型假设

针对本问题，建立如下合理的假设：

1. 国家经济稳步发展，教育体系在一段时间内没有发生较大的变革；
2. 不考虑学校自筹和社会捐赠对学生学费的影响；
3. 所选的高校能代表某一类别高校的特征；
4. 各地区高中毕业生的工资待遇大致相等；
5. 工资能较准确地反映个人价值；
6. 所引用的数据符合实际，且能较好的反映具体情况；

#### 4. 符号说明

符号	说明	单位
$X_s$	各区域范围内的居民消费水平	元
$J_s$	各区域范围内的家庭收入情况	元
$\Delta g$	学生大学毕业后所增加的价值	元
$S_s$	在校学生对学校的满意程度	\
$B$	学生家庭的支付能力	\
$S_c$	国家对高校生均培养质量的满意度	\
$S_z$	国家和学生对学校的综合满意度	\
$Q$	国家对高校的期望	\
$p_b$	国家生均拨款	元
$\lambda_s$	学生满意度 $S_s$ 分别在综合满意度 $S_z$ 中的权重	\
$\lambda_c$	国家满意度 $S_c$ 分别在综合满意度 $S_z$ 中的权重	\

#### 5. 模型建立与求解

##### 5.1. 数据收集及处理

通过查阅相关书籍和访问有关网站,我们可以得到各行业的工资信息、高校的学费、在校学生人数和全国以及各地区的居民消费水平,但是我们所需要的有些数据如家庭的平均收入、各高校毕业生的工资等数据无法得到具体的数值,这就要求我们通过对所查阅得到的数据进行转换处理为所需要的数据,我们在进行模型求解的过程中都用 2006 年的各项数据。

##### 5.1.1. 数据的直接收集

可以直接收集的数据有全国各地区的居民消费水平、各高校排名、生均拨款、在校人数以及学费:

表 1<sup>[1]</sup>: 2006 年全国部分地区的居民消费水平 (元)

北 京	16770	辽 宁	6929	浙 江	11161
天 津	10564	吉 林	5710	安 徽	4441
河 北	4945	黑龙江	5141	福 建	7826
山 西	4843	上 海	20944	江 西	4173
内蒙古	5800	江 苏	8302	山 东	7025
河 南	4632	湖 南	5498	广 西	4330
湖 北	5533	广 东	10829	海 南	4736

表 2<sup>[2]</sup>: 不同地区的部分高校的具体情况

	生均拨款 $p_b$ /万元	全国排名 $t$	在校人数 $N$	应缴学费 $c$ /万元
北京交通大学	0.57	70	13664	0.5
江南大学	0.7	94	20739	0.46
中国石油大学	0.77	37	20000	0.5
西南大学	0.49	51	34637	0.37
武汉理工大学	0.75	42	35500	0.58
兰州大学	0.79	33	16813	0.46

表 3<sup>[2]</sup>: 不同类别的部分高校的具体情况

	生均拨款 $p_b$ /万元	全国排名 $t$	在校本科人数 $N$	应缴学费 $c$ /万元
华中科技大学	0.66	7	30510	0.58
中国医科大学	0.69	67	26546	0.5
浙江大学	1.14	3	22900	0.43
中国农业大学	0.98	30	14488	0.5
北京师范大学	1.27	19	8529	0.5
中南财大	0.69	80	18538	0.43

### 5.1.2. 数据处理

#### ● 对家庭收入的转换

我们无法准确的查到全国或各地区的平均家庭收入水平,但是我们可以查到与家庭收入有关的居民消费水平。在一定的范围内,可以认为家庭收入是和居民的人均收入是成线性增加的,也就是说居民人均收入能看作是一个能反映家庭收入的一个重要指标。我们定义家庭收入约为居民人均收入的 2.5 倍,所以我们通过所定义的线性关系就可以求出全国家庭收入的平均水平。通过所定义的居民消费水平  $X_s$  和家庭收入  $J_s$  的关

系:  $X_s = 2.5 \times J_s$ ,就可以得到全国家庭收入的平均水平:

表 4: 处理得到的 2006 年全国各地区的家庭收入 (元)

北 京	41925	辽 宁	17323	浙 江	27903
天 津	26410	吉 林	14275	安 徽	11103
河 北	12363	黑 龙 江	12853	福 建	19565
山 西	12108	上 海	52360	江 西	10433
内 蒙 古	14500	江 苏	20755	山 东	17563
河 南	11580	湖 南	13745	广 西	10825
湖 北	13833	广 东	27073	海 南	11840

#### ● 对各高校毕业生工资的确定

对同一行业来说,不同高校毕业生的工资是不尽相同的,而且在经济发展程度不同

地区也是有很大差别的。我们可以近似将高校毕业生的工资看作是与毕业学校的排名有关的，且排名越靠前所得的工资就越多，还与所在地的经济发展水平有关，且所在地区的人均收入越高工资就越高。我们将工资定义为关于学校排名和经济发展程度的函数：

$$G_i = f(t, e_i),$$

其中， $G_i$  为毕业生的工资， $t$  为毕业学校的全国排名， $e_i$  为所在地区的人均收入。

具体的函数关系见 5.2.1，我们可以得到可能涉及到的各高校的工资：

表 5：通过处理后的各高校毕业生的工资

高校	工资（万元）	高校	工资（万元）
北京交通大学	0.4	华中科技大学	0.58
江南大学	0.36	中国医科大学	0.40
中国石油大学	0.5	浙江大学	0.59
西南大学	0.44	中国农业大学	0.52
武汉理工大学	0.49	北京师范大学	0.55
兰州大学	0.51	中南财经政法	0.37

## 5.2. 模型一：高校学费标准评价模型

### 5.2.1. 模型建立：

通过分析，我们知道学生的培养费用是由国家和学生家庭共同承担的，而对高校而言，总是希望能用最少的费用培养出最优秀的人才，但不同学校所获得的国家拨款和所收取的学费是不尽相同的，只有同时考虑到费用和培养质量两个因子才能全面的反映出学校的培养水平。对国家和学生两个不同的总体来说，它们评价一个学校好坏的标准又是不相同的，所以我们分别从学生和国家的角度对学校进行培养质量评价，并引进了学生满意度和国家满意度分别对高校的培养质量从不同的方面进行定量分析评价，最后经过加权处理得到一个综合评价指标，具体的流程图如下：

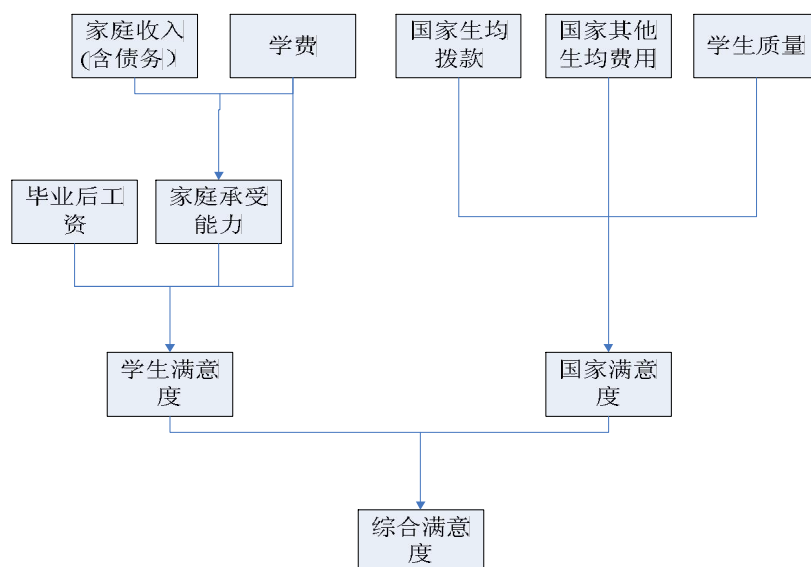


图1：模型一建立的流程图

### (1) 学生满意度的确定

对学生而言，总是希望学校的学费能尽量小，自己毕业后的价值能尽量大，但是这两个目标是不可能同时达到最大的，所以我们引进了学生满意度来统一这两个目标。可以认为学生满意度是随着学费的增加而减少，随着毕业后自身价值的增大而增大，且受到家庭支付水平的制约，我们将学生满意度  $S_s$  定义为：

$$S_s = \frac{\Delta g}{c} \times B,$$

其中， $\Delta g$  为学生大学毕业后所增加的价值， $c$  为学校学费， $B$  为该学生家庭的支付能力。

我们可以认为家庭对学费的支付能力  $B$ ，不仅与家庭收入  $sl$ ，家庭负债  $bet$  有关，还与学费  $c$  有着必然的联系，将学生家庭支付能力  $B$  定义为：

$$B = \frac{sl - bet}{c}.$$

学生通过大学自身价值的提升主要体现在毕业后工资的增加上，具体我们可以用大学毕业后的工资与高中毕业后的工资之差来描述学生自身价值的提升  $\Delta g$ ：

$$\Delta g = g_u - g_s,$$

其中， $g_u$  为大学毕业后的工资， $g_s$  为高中毕业时的工资。

学生自身价值的提升  $\Delta g$  在数据预处理中看作是一个与学校排名和地区经济发展状况相关的函数，而学校培养出学生的质量也与上面两个因素有关，所以我们可以近似的将  $\Delta g$  看作是一个与学生质量  $M$  呈线性关系的函数：

$$\Delta g = aM + b,$$

其中， $a$ ， $b$  为常数。

## (2) 国家满意度的确定

国家也希望能用较少的财政拨款从高校获得培养质量较高的人才，这两个目标同样不能同时达到最优，所以我们引进国家满意度  $S_c$  来协调这两个目标之间的差异。为此，定义国家对每个学生的满意度  $S_c$  随国家生均培养费用  $p$  的增大而减小，随学生质量  $M$  的增大而增大，同时还与国家对高校的期望  $Q$  有关，具体定义如下：

$$S_c = \frac{M}{P} \times Q,$$

其中，国家生均培养费用  $P$  包括国家生均拨款  $p_b$  和国家其他生均费用  $p_q$ 。

国家对不同高校的期望  $Q$  是不同的，国家希望实力强的学校的期望是能尽可能的培养出素质尽可能高的人才，也就是说国家不很重视投入与产出比，而要的是高素质的人

才。这些学校的培养质量与国家生均培养费用  $P$  不是一个线性增长的关系，也就是说国家宁愿多花钱也要培养出高素质的人才。而对于一般学校来说，国家希望其能培养出性价比高的学生，国家重视的是它的投入与产出比。对实力较差的学校而言，国家希望其能较快的发展起来。所以在这里引入了国家对高校的期望  $Q$  来对不同实力的学校进行分类，且实力不同的学校的  $Q$  值不同：

$$Q = \begin{cases} 1 & \text{实力很强的学校} \\ 1/3 & \text{实力较强的学校} \\ 1/5 & \text{实力一般的学校} \\ 1/7 & \text{实力较弱的学校} \\ 1/9 & \text{实力很弱的学校} \end{cases}$$

学生质量  $M$  是反映学校教育质量的一个重要指标，我们通过对各个高校进行教育质量和学校排名分析，可以看出各高校所培养出的学生质量是与高校的排名有着一定关联的，且在一定范围内是随着排名的增加，学生质量也不断增加的。对排名近似的高校，国家生均拨款也会对学生质量有着很大的影响，且这种影响是正影响。

通过学校综合得分与高校的全国排名  $t$  的关系图（下图），进行分析可知，学生质量与高校的排名之间呈负指数关系，则：

$$M(t) \propto e^{-\lambda t} \quad (\lambda \text{ 为参数}).$$

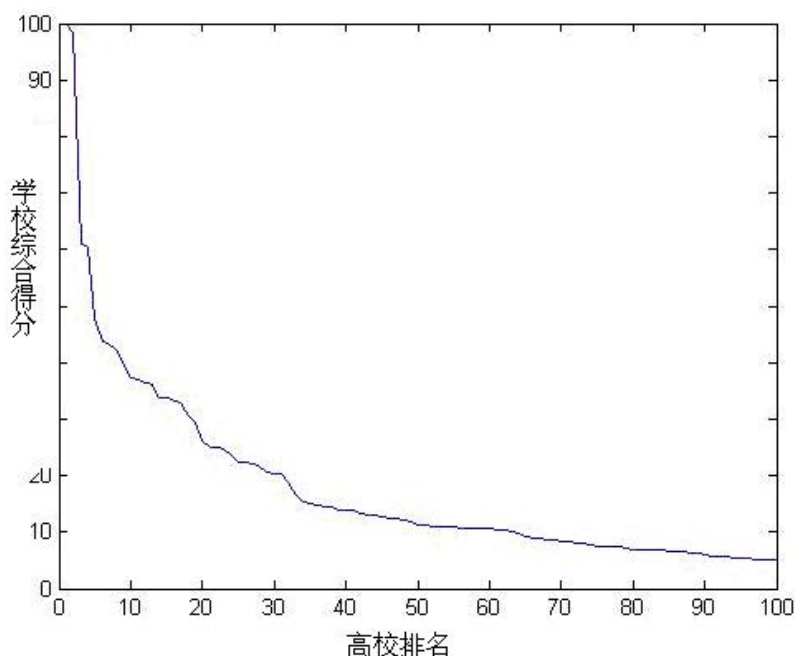


图 2：学校综合得分与高校排名关系图

定性来看，在其他条件一定时，学生质量  $M$  随着生均培养费用  $P$  的增加而增加，但当学生质量  $M$  超过某个阈值时，生均培养质量对其自身的增长速率会产生阻滞作用，因此，对于学生质量  $M$  和生均培养费用  $P$  可采用阻滞增长型模型，即：

$$\begin{cases} \frac{\partial M(x,t)}{\partial x} = k \times M(x,t) \times [1 - M(x,t)] & (M \in (0,1), k \text{ 为参数}) \\ M(0, t) = e^{-\lambda t} & (t \text{ 为大学排名, } \lambda \text{ 为参数}) \end{cases}$$

根据变分法可得高校学生培养质量  $M$  与其生均培养费用  $P$  之间的函数式:

$$M(x,t) = \frac{e^{kx}}{e^{\lambda t} + e^{kx} - 1} \quad (5.1)$$

其中,  $x$  为生均培养成本 (学费与国家生均培养费用之和):

$$x = P + c.$$

### (3) 综合满意度的确定

通过上面学生满意度和国家满意度, 我们可以分别从学生和国家两个不同方面对学校进行了对培养质量的评价, 但得到的这两种不同的评价是针对不同的主体进行的, 所以如果只用其中的一个指标对学校的培养质量进行评价必然得到片面性的结果。对此我们通过对这两个满意度引入不同的加权因子将其统一为一个具体的指标——综合满意度  $S_z$  来评价学校的培养质量:

$$S_z = \lambda_s \times S_s + \lambda_c \times S_c,$$

其中,  $\lambda_s, \lambda_c$  为学生满意度  $S_s$  和国家满意度  $S_c$  分别在综合满意度  $S_z$  中的权重。

通过上面分析, 知道共有三个控制变量: 学费  $c$ 、家庭收入  $sl$  和国家生均拨款  $p_b$ , 再结合学校排名、毕业生工资等的影响, 建立模型如下:

$$S_z = \lambda_s \times \frac{\Delta g}{c^2} \times (sl - bet) + \lambda_c \times \frac{e^{k(P+c)}}{P \times [e^{\lambda t} + e^{k(P+c)} - 1]} \quad (5.2)$$

其中,  $\lambda_s, \lambda_c$  为学生满意度  $S_s$  和国家满意度  $S_c$  分别在综合满意度  $S_z$  中的权重。

#### 5.2.2. 模型求解:

对于该模型来说, 有些数据是可以直接通过查阅相关资料得到的, 有一些可以根据相关数据推导得出, 而有些数据对我们所建的模型影响较小且无法知道准确数值, 所以我们在对模型进行求解的过程中可以将其省约。如我们不知道模型中的家庭负债额  $bet$  确切知道具体数额, 但它在一定程度上是与家庭收入有关的, 所以在模型中我们将  $sl - bet$  近似看为家庭收入  $sl$ 。同样, 我们可以将国家生均培养费用  $P$  用国家生均拨款  $p_b$  来代替求解。为了使所得的数据有一定的可比性, 我们选取国内某一所大学的满意度作为参照标准, 其他学校跟它的比值作为相对满意度, 再相互进行比较, 得出结论。

### 1. 按区域分类的评价结果

国家经济发展的区域性不平衡使得处于不同地区的高校所获得的财政拨款和学生生源质量存在很大的差异, 所以我们对不同地区的同一层次对学校进行了各类满意度指标的对比。分别从北京、东北、华东、西南、华中和西北地区各选取一所有代表性的高



校进行评价。根据表 2 中的数据进行求解，得到上面各高校的评价情况：

表 6：从不同方面对各地区高校的评价(相对满意度)

	学生质量 $M$	学生满意度 $S_s$	国家满意度 $S_c$	综合满意度 $S_z$
北京交通大学	0.61	0.44	0.29	0.31
东北大学	0.51	0.23	0.2	0.2
中国石油大学	0.79	0.8	0.39	0.47
西南大学	0.68	0.43	0.53	0.51
武汉理工大学	0.77	0.35	0.39	0.38
兰州大学	0.81	0.44	0.39	0.4

上面表中的数据经 Excel 处理后，可以得到下图：

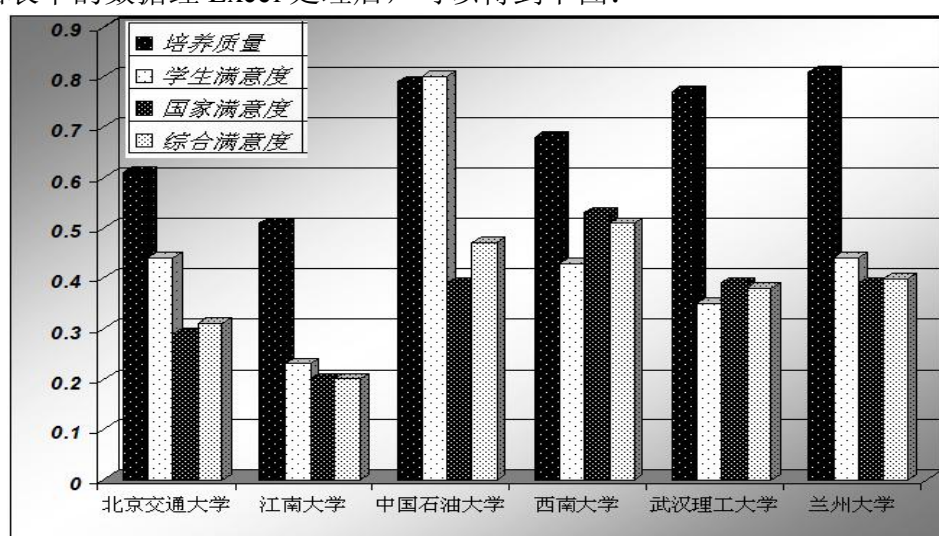


图 3：从不同方面对各地区高校的评价图

通过对上面图表进行分析，我们可以得到如下结论：

对经济发达的北京和华东地区的高校来说，它们所培养出来的学生质量较高，又有本地区的经济的支撑，学生家庭支付能力较高，所以学生满意度较高，且有些学校的就业前景较好，这也使得它们的学生满意度明显高于其他地区的高校。但是从国家角度来看，这些发达地区国家每年都投入了大量的资金，而学生质量提高有限，所以国家对这些地区的高校的满意度并不是很高。

对经济欠发达或一般的地区来说，经济的发展制约了家庭支付能力，这使得学校培养质量较好的学校的学生满意度并不怎么高，甚至有些地区虽然能培养出较高质量的学生，但学生的满意度依然很低。从国家的角度来看，这些地区的国家满意度是很高的，明显高于经济发达地区，最后使得这些地区的综合满意度能达到较高的水平。

## 2. 按类别分类的的评价

对于不同类别的高校，国家制定的政策是有很大差别的，不同类别的高校的性质不一样，所需要的国家的拨款数是不相同的。比如师范类学校是国家大力扶持的类别，而理工类需要国家大量的经费投资以用于科学研究。我们分别从理工类、医科类、综合类、农林类、师范类和财经类中各选取一所高校进行评价，据表 3 中的数据进行求解，得到上面各高校的评价情况：

表 7：从不同方面对各类别高校的评价(相对满意度)

	学生质量 $M$	学生满意度 $S_s$	国家满意度 $S_c$	综合满意度 $S_z$
华中科技大学	0.96	0.5	1.85	1.58
中国医科大学	0.63	0.48	0.18	0.24
浙江大学	0.99	0.8	1.5	1.36
中国农业大学	0.84	0.77	0.27	0.37
北京师范大学	0.91	0.87	0.41	0.5
中南财大	0.57	0.27	0.17	0.2

上面表中的数据经 Excel 处理后，可以得到下图：

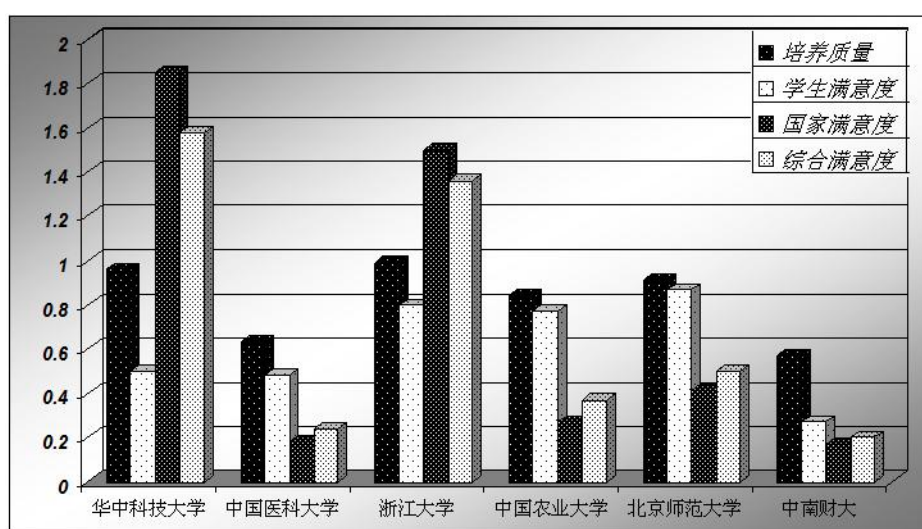


图 4：从不同方面对各类别高校的评价图

通过对上面图表的分析，我们可以得到如下结论：

从整体上来看，各类学校所培养的学生质量都相差不大，只是个别种类学校如财经类、医科类的学生质量存在较大的差异。但考虑到学生出去后的就业和工资问题以及报考各类院校的学生的家庭情况，学生对学校的满意度又存在着较大差异，如综合类和师范类大学的学生满意度很高，理工类、医科类的较低，而财经类院校的学生满意度很低。从国家角度来看，国家对理工类和综合类的满意度很高，对师范类的满意度较高，而对医科类、农林类和财经类的满意度很低。综合了学生和国家的满意度，也会得到如国家满意度的结论。

### 5.2.3. 模型分析：

#### 1. 结果分析

在按区域分类的高校中，按表 1 中从上到下的顺序各高校 06 年综合排名分别为 70，94，37，51，42，33，恰好跟表 2 中各高校的培养质量大小顺序相对应，从而证明了质量指数的正确性以及高校培养质量与其全国排名的正相关关系。据表 2 可知，西南大学的综合满意度在所评价的各高校中得冠 0.51(以清华大学综合满意度为标准 1 进行比较而得)，这也就意味着西南大学在所研究的高校中具有最合理的学费标准。尽管如此，西南大学的培养质量比较低，倘若要跻身中国一流水平的高校，就需要适当提高学费，增加生均培养费用，以提高培养质量，通过获取更大的国家满意度来获取更大的综合满

意度。兰州大学综合满意度较西南大学低，说明说兰州大学的学费标准没有西南大学的学费标准合理。虽然兰州大学在全国排名中高于西南大学，但其所获国家生均拨款远高于西南大学，与西南大学生均拨款差额达 0.3 万元/生，导致兰州大学的国家满意度远逊于西南大学，在综合满意度排名上毫无优势。因此，兰州大学若想提高综合满意度，可以适当地降低学费标准，进行适当的扩招，以降低生均拨款，获得更大的国家满意度。

通过表 3，在按学校类别分类的高校中，华中科技大学的综合满意度位居榜首，对表四中相关数据加以分析，尽管其学费很高，高于我国平均学费标准达 800 元/生，而且其学生满意度远低于其他同级别高校，但其所获国家生均拨款（0.66 万元/生）远低于其他教育部直属院校，甚至不及清华大学生均拨款（1.89 万元/生）的一半，而其生均培养质量与清华，浙大等高校相差很小，同时，学生满意度在综合满意度中的权重较低，因而其国家满意度远高于清华大学。倘若逐渐增大学生满意度在综合满意度的权重至某阈值时，亦会导致华中科技大学的综合满意度小于清华，浙江等高校的满意度。下表给出了各高校综合满意度大小随学生满意度的权重的变化而变化的情况（ $v$  为学生满意度权重， $(1-v)$  为国家满意度权重）：

表 8：各高校综合满意度随学生满意度的权重的变化表

	$V=0.2$	$V=0.4$	$V=0.6$	$V=0.8$
华中科技大学	1.58	1.31	1.04	0.77
中国医科大学	0.24	0.3	0.36	0.42
浙江大学	1.36	1.22	1.08	0.94
中国农业大学	0.37	0.47	0.57	0.67
北京师范大学	0.5	0.59	0.69	0.78
中南财大	0.19	0.21	0.23	0.25

从上述分析可知：国家和社会对某个高校的综合满意度不仅取决于高校的培养质量，高校学费标准，还取决于学生满意度和国家满意度的权重大小。但在权重确定的情况下，高校应根据其所获国家生均拨款及其培养目标来对其学费标准以及招生数量做适当的调整，以使其综合满意度尽可能大，使学费标准尽可能合理。

## 2. 敏感性分析

### (1).生均拨款对高校综合满意度影响

考虑国家对高校生均拨款的改变对高校综合满意度的影响，以武汉某高校为例，假设国家的生均拨款在某范围内变动，利用 Matlab 编程，可得学校的综合满意度随生均拨款的变化图：

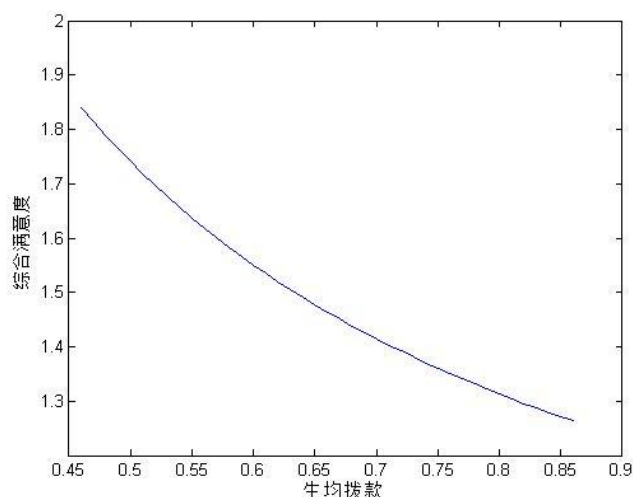


图 5: 综合满意度—生均拨款

可见,若影响高校综合满意度的其他因素诸如高校学费标准等保持不变,当国家的生均拨款增加时,学校的综合满意度会减小,而且生均拨款越大,高校综合满意度对其敏感性越弱,即生均拨款对高校综合满意度的影响强度越弱。因此,尽管政府对高校的学费标准做了宏观限制,以防止高校乱收费情况的发生,但是当国家对高校的生均拨款发生改变时,高校为控制其综合满意度的下降,需要对其学费标准以及招生计划做一些调整,比如当国家对高校的生均拨款增大时,高校需要适当的降低学费,扩大招生,减少生均培养费用的增长幅度,保证高校的培养质量,以维持高校的综合满意度。

## (2).学费标准对高校综合满意度影响

考虑高校学费标准的改变对高校综合满意度的影响,仍以上述武汉高校为例。武汉市高校 2006 年大部分专业学费标准为 5800 元/生,假设该高校的学费标准在 4500-7000 元之间变化,利用 Matlab 编程,得到学校的综合满意度随学费标准的变化图:

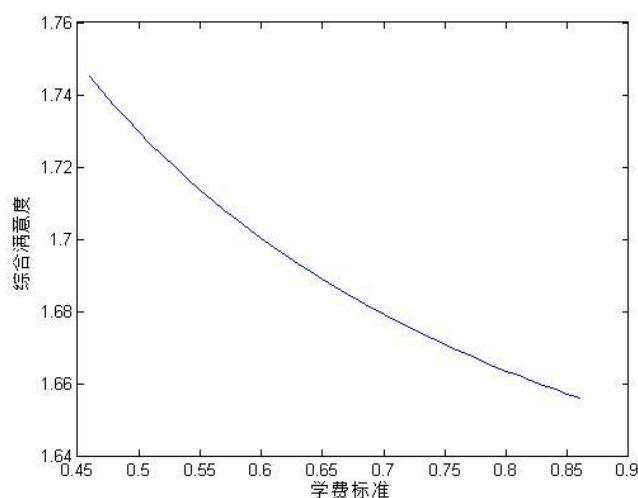


图 6: 综合满意度—学费标准

由图形可知,在学生满意度与国家满意度权重分别为 0.1, 0.9 时,高校的综合满意度会随着学费标准的增加而减少,而且学费标准越大,综合满意度对其惰性越强,即受其影响强度越弱。

### 3. 模型优点

该模型兼顾了国家和学生两方面对高校的满意度指标，全面地刻画了高校学费标准的合理性，而且模型中的所有数据都是直接或是考虑某种关系间接从网上搜取获得，具有真实性，从而使模型的结果具有说服力。

### 4. 模型缺点

在实际运用此模型中部分数据难以采集，譬如各高校本科生毕业后的平均年薪，高校本地生源与外地生源的比例等，需要对特定的高校进行专门的调查才能获得较为准确的结果，这就决定了本模型不便做大规模应用和推广。而且模型中考虑的某些因素过于简单，譬如学校生源的家庭收入水平，导致结果会产生一定的误差，因此若想获得更为精确的结果，可以借用耗散结构理论的相关知识，引入支付流的概念来表示学生家庭的支付能力，并利用统计和模糊聚类的方法对生源的家庭收入情况划分等级，以确定学生总体的支付能力，进而更准确地获得学生对学校的满意度。

### 5. 模型改进

模型一虽然给出了综合满意度的计算方法，并作为各高校学费标准合理程度的评判指标，但并未指出各高校最优学费标准的优化模型，因此，本模型仍可以利用模糊规划进行改进，以学费标准为决策变量，综合满意度为目标函数，考虑国家对高校生均拨款的限制以及学校本身的教育总经费约束，建立一模糊规划模型，从而为高校确定最优学费标准的制定提供参考。

#### 5.3. 模型二： 基于 DEA 的高校学费标准评价模型

##### 5.3.1. 模型分析

由于本问题是评价不同类别高校的培养质量，不同高校所获得的国家生均拨款是不同的，对于家庭收入不同的学生来说，即使在学费相等的情况下也会得到不同的评价指标，我们可以采用数据包络分析方法（Data Envelopment Analysis,简称 DEA）<sup>[3]</sup>对学校培养质量进行评价。DEA 方法是著名运筹学家 A. Charnes 和 W. W. Cooper 等学者在“相对效率评价”概念基础上发展起来的一种新的系统分析方法，它主要采用数学规划方法，从投入与产出的角度来评价决策单元（Decision Making Units , DMU）的相对有效性。这种相对有效性是指被评价的决策单元在输入一定的资源投入后，是否规模和技术都发挥到了最佳水平，从而得到了应有的产出，具体做法见下图：

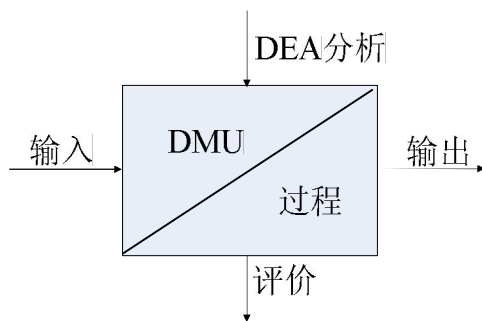


图 7: DEA 方法流程图



### 5.3.2. 模型建立

通过对 DEA 的分析, 我们知道需要对被评价的 DMU 输入一定的相关资源后才能得到评价的输出结果。针对这个问题, 我们将国家生均拨款, 学费等作为输入资源, 学生质量和学生总人数作为产出, 建立一个与输入/输出相关的  $C^2R$  模型。

对于输入/输出的量中, 国家生均拨款  $p_b$ 、学费  $c$  和在校总人数  $N$  是可以通过查阅相关资料得到的, 而学生的培养质量在很大程度上是与学校的排名以及学校所获得的国家培养经费有关的。为此, 我们建立了学校培养质量与学校排名、培养经费之间的函数关系式 (具体分析推导过程见模型一):

$$M(x, t) = \frac{e^{kx}}{e^{\lambda t} + e^{kx} - 1}.$$

要确定培养质量就必须知道各学校的排名情况和培养经费, 其中学校排名是可以通过网络资源得到的。而由于学校是一个非赢利性机构, 所以我们可以通过学校的收支平衡方程来得到各学校的培养经费, 具体方程见下:

$$y = p_b \times N + c \times N.$$

根据上面的分析, 我们可以得到具体的输入/输出的值, 用对偶理论对  $C^2R$  模型进行简化处理, 得到:

$$\begin{cases} \min \theta = V_D \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j \mathbf{x}_j + \mathbf{s}^- = \theta \mathbf{x}_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j \mathbf{y}_j - \mathbf{s}^+ = \mathbf{y}_0 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ \mathbf{s}^- \geq 0, \mathbf{s}^+ \geq 0 \end{cases}$$

其中,  $\theta$  表示相对效率,  $\theta \in [0, 1]$ ,  $\theta$  值越大, 表示系统执行效率越高;  $n$  表示决策单元个数;  $\mathbf{x}_j$  表示第  $j$  个决策单元的输入指标值向量,  $\mathbf{y}_j$  表示第  $j$  个决策单元的输出指标向量;  $\mathbf{x}_{j_0}$  表示第  $j_0$  个决策单元的输入指标值向量,  $\mathbf{y}_{j_0}$  表示第  $j_0$  个决策单元的输出指标值向量;  $\lambda_j$  为模型的规划变量,  $\mathbf{s}^-$ ,  $\mathbf{s}^+$  为辅助向量。

通过优化可以求得  $n$  组  $(\theta^*, \mathbf{s}^{*-}, \mathbf{s}^{*+})$ , 再对  $\theta^*$  进行判断:

如果  $\theta^* < 1$ , 该组  $(\theta^*, \mathbf{s}^{*-}, \mathbf{s}^{*+})$  就不是 DEA 的有效解;

如果  $\theta^* = 1$  且  $(\mathbf{s}^{*-}, \mathbf{s}^{*+}) \neq \mathbf{0}$ , 该组  $(\theta^*, \mathbf{s}^{*-}, \mathbf{s}^{*+})$  就是 DEA 的弱有效解;

如果  $\theta^* = 1$  且  $(S^{*-}, S^{*+}) = 0$ ，该组  $(\theta^*, S^{*-}, S^{*+})$  就是 DEA 的有效解；

### 5.3.3. 模型求解

由于 DEA 是一类对输入量有关的评价方法，通过它所得到的是一种对所需要评价指标的大致定位，并从整体上来对产出量通过具体的数据进行评价。为了简化求解过程，我们认为国家的生均拨款与学费之和就是学生的培养费用，而没有考虑国家提供的各类奖、助学金以及社会各界对教育的各项资助。

可以根据模型一中对大学的分类标准分别对大学按区域和类别进行分类：

#### 1. 对按地区分类的高校培养质量

国家经济发展的区域性不平衡使得处于不同地区的高校所获得的财政拨款和学生生源质量存在很大的差异，所以我们对不同地区的同一层次对学校进行了各类满意度指标的评价。分别从北京、东北、华东、西南、华中和西北地区各选取一所有代表性的高校进行评价：

表 9：DEA 对不同地区高校的评价

	相对效用	DEA 效用结果
北京交通大学	1	有效
东北大学	0.7224	无效
中国石油大学	0.9938	无效
西南大学	1	有效
武汉理工大学	0.7176	无效
兰州大学	1	有效

其中，上表中 DEA 效用结果为无效时，不是说明所得的结果是无效的，而是说明所得到的结果不是最优的，即它的学费和生均拨款等并不是很合理的；当 DEA 效用结果为有效时，说明它的学费和生均拨款等搭配得较合理。

#### 2. 对按类别分类的高校培养质量

对于不同类别的高校，国家制定的政策是有很大差别的，不同类别的高校的性质不一样，所需要的国家的拨款数是不相同的。比如师范类学校是国家大力扶持的类别，而理工类需要国家大量的经费投资以用于科学研究。我们分别从理工类、医科类、综合类、农林类、师范类和财经类中各选取一所高校进行评价：

表 10：DEA 对不同类别高校的评价

	相对效用	DEA 效用结果
华中科技大学	1	有效
中国医科大学	1	有效
浙江大学	1	有效
中国农业大学	0.9368	无效
北京师范大学	1	有效
中南财大	0.95	无效

其中，上表中 DEA 效用结果为无效时，不是说明所得的结果是无效的，而是说明所得到的结果不是最优的，即它的学费和生均拨款等并不是很合理的；当 DEA 效用结果为有效时，说明它的学费和生均拨款等搭配得较合理。

### 5.3.4. 结果分析

从区域不同对高校进行分类，北京交通大学、西南大学和兰州大学的综合效率评价是已经达到集合内的最优，中国石油大学的效率评价也是非常的高，东北大学和武汉理工的综合效率不尽如人意。东北大学是因为学生的培养质量相对偏低，武汉理工是因为学费相对偏高。

华中科技大学、中国医科大学、浙江大学和北京师范大学的综合效率评价为集合内部最优，中国农业大学和中南财大的相对效率也非常的高。这是因为所选的学校都是各类学校中的领先者的缘故。

### 5.3.5. 敏感性分析

评价指标是建立在输入/输出的基础上的，其中在校人数、学费以及政府财政拨款都是可以调节的。考虑学费、政府财政拨款以及学校学生人数的改变对 UDM 集的综合相对评价指标的影响。我们考虑按学校类别分类时，选取其中一所大学的输入/输出变化时，对其学生质量与该学校相对效率的变化。下面以中南财经政法大学为例。

#### (1)、在校学生人数

因为在校学生人数变化时（政府拨给学校的经费不变），会使人均培养经费发生变化，从而使培养的质量发生变化。我们通过 DEA 方法，可以得到学生质量、相对培养效率与在校人数的关系，以中南财经政法大学为例，可以得到它们之间的关系图，如下：

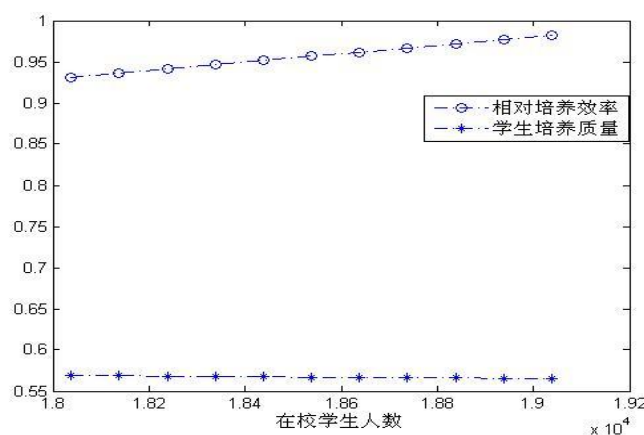


图 8：学生培养质量、相对培养效率与在校学生人数关系图

#### (2)、学费

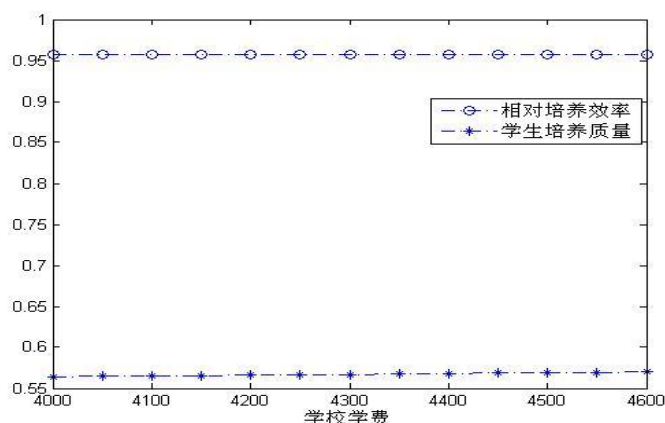


图 9：学生培养质量、相对培养效率与学费关系图



从上图可以看出，当学费在一定的范围内变化时，学校的相对效率几乎不变，而学生的培养质量仅有微小变化。可见，该学校在学生人数与财政拨款一定时，增加学费并不能明显提高学生的培养质量和相对效率。

### (3)、政府财政拨款

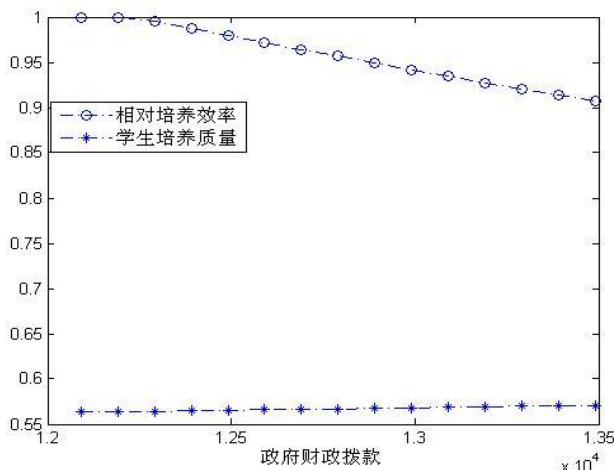


图 10: 学生培养质量、相对培养效率与政府财政拨款关系图

从图中可以看出，政府财政拨款在一定范围变化时，该校的学生培养质量的提高远慢于财政拨款的变化。因此，政府可以在保证学生基本培养质量条件下，调整拨款。

#### 5.3.6. 模型优缺点

##### ● 模型优点：

1. 模型稳定性高；
2. 误差积累传递小；
3. 应用范围极为广泛；
4. 可以避免主观偏好的影响；
5. 评价指标不会受到指标之间正线形关系的影响。

##### ● 模型缺点：

1. 评价指标是一个相对量，依附于具体的 UDM 集，很少能重复利用；
2. 对诸如社会捐助，奖学金等进行简化时，降低了模型准确度；
3. 评价问题规模很大时，模型求解的复杂度大大增加。

## 6. 两个模型的比较

### 6.1. 复杂程度

模型一需要大量的统计和数据采集，因此处理起来比较复杂；而模型二所采用的数据不多而且容易采集，因此操作起来比较方便。

### 6.2. 评价精度

模型一由于全面考虑学生学费，家庭状况，学习培养质量和国家拨款等各种因素，是对高校学费标准的全面综合评价，因此评价精度高；模型二只是基于投入产出模式，略去的学生家庭的学费支付能力，因而评价结果会出现一定的误差，评价精度没有模型一的精度高。

### 6.3. 应用范围

模型一由于需要考虑到学校生源的来源比例及其家庭状况，处理困难，因此只适合进行小规模的应用，倘若需要较高的评价精度，模型一比较适用；模型二由于站在投入与产出的角度，避开了考虑生源家庭状况，数据采集方便，而且操作方便，故而适合大规模推广应用，倘若不需要精确的评价，仅需定性的了解，则模型二比较适用。

## 7. 给教育部门的报告

根据求解上面模型所得到的结果，我们可以知道按学校所在区域和学校种类进行分类比较的结果，可以得到如下各类高校的培养质量情况：

(1)、从高校区域的不同来看，发达地区和欠发达地区的高校在培养存在着较大的差异，而且这种差异并没有强烈的表现在人才的质量上，且各个地区同一类高校所培养的学生质量并没有明显的差距，而在学生对学校的满意度存在了很大的差别，经济发达地区的学生对学校的满意度明显高于经济欠发达地区的学生。但从国家对学校的满意度来看就存在着相反的评价，国家对经济欠发达地区的高校的满意度较高，而对经济发达地区的高校没有太高的满意度。从学生和学校的综合满意度来看，经济欠发达地区的综合满意度比发达地区的稍高。

(2)、从高校类别的不同来看，各类学校所培养的学生质量都相差不大，只是个别种类学校如财经类、医科类的学生质量存在较大的差异。学生对学校的满意度存在着较大差异，如综合类和师范类大学的学生满意度很高，理工类、医科类的较低，而财经类院校的学生满意度很低。从国家的角度来看，国家对理工类和综合类的满意度很高，对师范类的满意度较高，而对医科类、农林类和财经类的满意度很低。综合了学生和国家的满意度，也会得到如国家满意度的结论。

针对上面所出现的满意度不高的情况，我们以提高学生满意度或提高国家满意度为目标，向教育有关部门提出如下建议：

(1)、加大对西部地区高校的生均拨款。通过增加国家财政拨款来达到加大学校生均培养费用，以提高这些地区所培养出的人才的质量，从而通过提高毕业生自身价值来达到增加学生满意度的目的。

(2)、减轻经济欠发达地区的学生学费压力。通过适当的提高助学贷款和国家奖学金的覆盖率或降低学费收费标准，来减轻学生家庭的经济负担，从而达到了提高学生满意度的目的。

(3)、转移部分国家对沿海和北京地区高校的财政拨款。在这些地区由于国家的教育财政拨款过多而培养质量不能很好的匹配，导致了国家满意度的下降。可以通过将这部分拨款用于其他教育项目如国家贫困生补助等，以改善贫困学生上学难的状况。

(4)、控制招生人数，提高生源质量。可以控制高校的招生人数来提高在校大学生的生均拨款，以提高学生质量。

(5)、协调各不同类别学校之间的财政拨款。以适当减少对综合类和农林类学校的财政拨款来增加理工类的财政拨款，以达到促进各类学校平衡发展的目的。

## 8. 参考文献

[1] 国家统计局，中国统计年鉴 2007，北京：中国统计出版社，2007。

[2] <http://www.eol.cn/>

[3] 盛昭翰，DEA 理论、方法与应用，北京：科学出版社，1996。